

**Switched-mode power supply**

**Patent number:** DE3831610  
**Publication date:** 1990-03-22  
**Inventor:** LUETTICH ROLF DIPL ING (DE)  
**Applicant:** CEAG LICHT & STROM (DE)  
**Classification:**  
- **international:** H01F27/10; H02M3/137; H05K1/14; H05K1/16;  
H05K7/20  
- **europaean:** H05K7/20D  
**Application number:** DE19883831610 19880917  
**Priority number(s):** DE19883831610 19880917

Report a data error here

**Abstract of DE3831610**

The object exists in the case of a switched-mode power supply for specifying a particularly compact construction and of further increasing the output current. This object is achieved by a hybrid construction, a preferably ceramic substrate having directly bonded conductor tracks (5) being used as the substrate (1), and the primary and secondary windings of a transformer (18) also being designed as flat directly bonded coils (6, 9) on the top and bottom of the substrate (1), and a solid core (16) of the transformer (18) being passed through a core hole (2) in the substrate (1). In addition, liquid cooling of the arrangement is provided. Switched-mode power supplies are used for supplying electrical power to electronic apparatuses.

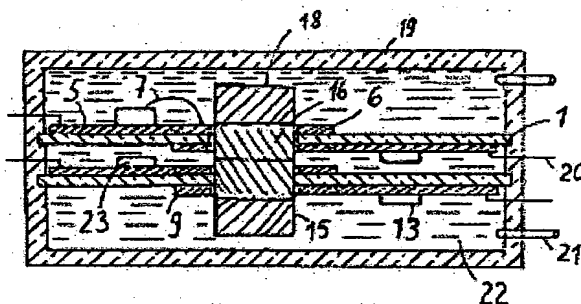


Fig 4

---

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide**BEST AVAILABLE COPY**

①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑪ **DE 3831610 A1**

②1 Aktenzeichen: P 38 31 610.2  
②2 Anmeldetag: 17. 9. 88  
④3 Offenlegungstag: 22. 3. 90

⑤1 Int. Cl. 5:  
**H02M 3/137**

H 01 F 27/10  
H 05 K 7/20  
H 05 K 1/16  
H 05 K 1/14  
// H01L 23/48,  
H05K 1/03,1/18

DE 3831610 A1

⑦1 Anmelder:  
ABB CEAG Licht- und Stromversorgungstechnik  
GmbH, 4770 Soest, DE

⑦2 Erfinder:  
Lüttich, Rolf, Dipl.-Ing., 6936 Schwanheim, DE

⑤6 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DE 37 22 124 A1  
DE 37 21 759 A1  
DE 36 19 226 A1  
DE 31 34 351 A1  
DE 30 16 067 A1  
DE 28 25 854 A1  
DE 87 11 808 U1  
DE 80 03 864 U1  
DE-GM 17 76 091  
FR 22 10 077  
US 47 63 093  
US 47 39 443

US 47 34 820  
US 46 22 627  
US 40 53 942  
US 34 84 731  
US 32 10 707  
EP 02 20 494 A2

US-Z: Hybrids and transformers. In: Electronics,  
July 20, 1978, S. 107,108;

- US-Z: Batch-Fabricated Ferrite Core Array. In: IBM  
Technical Disclosure Bulletin, Vol. 11,  
No. 9, February 1969, S. 1090,1091;

- US-Z: BURNS, William W., KOCIECKI, John: Power  
Electronics in the Minicomputer Industry. In:  
Proceedings of the IEEE, Vol. 76, No. 4, April 1988,  
S. 311-324;

- US-Z: New Magnetic Structure for a Low Profile  
Planar Transformer. In: IBM Technical Disclosure  
Bulletin, Vol. 28, Nr. 10, März 1986, S.4245-4247;

⑤4 Schaltnetzteil

Bei einem Schaltnetzteil besteht die Aufgabe, eine be-  
sonders kompakte Bauweise anzugeben sowie eine Mög-  
lichkeit zur weiteren Steigerung des Ausgangsstroms.  
Diese Aufgabe wird durch eine hybride Bauweise gelöst,  
wobei als Substrat (1) ein vorzugsweise keramisches Sub-  
strat mit direkt gebondeten Leiterbahnen (5) verwendet wird  
und auch die Primär- und Sekundärwicklungen eines Trans-  
formators (18) als flache direkt gebondete Spulen (6, 9) auf  
der Ober- und Unterseite des Substrats (1) ausgeführt sind  
und ein Kernbutzen (16) des Transformators (18) durch ein  
Kernloch (2) im Substrat (1) geführt ist. Außerdem ist eine  
Flüssigkeitskühlung der Anordnung vorgesehen.  
Schaltnetzteile werden zur Stromversorgung von elektroni-  
schen Geräten eingesetzt.

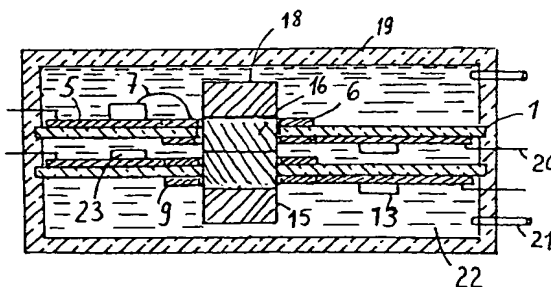


Fig 4

DE 3831610 A1

## Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf ein Schaltnetzteil gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Solche Schaltnetzteile sind allgemein bekannt und finden Anwendung als Stromversorgungsgeräte für elektronische Geräte, beispielsweise für Rechner. In diesen Anwendungen ist oftmals die räumliche Größe des Schaltnetzteils störend, so daß eine Miniaturisierung gewünscht wird.

Der typische Aufbau eines bekannten Schaltnetzteils ist gekennzeichnet durch eine Trägerplatte auf der Leistungshalbleiterbauelemente, Transformator und sonstige zur Ansteuerung und eventuell Regelung erforderlichen Bauelemente aufgebaut sind. Ein solcher Aufbau ist z.B. in der Funkschau, Heft 12, 1987, Seiten 26 bis 29 beschrieben und insbesondere in Fig. 1 auf Seite 26 dargestellt. Aus der Informationsverarbeitungstechnik an sich bekannte Lösungen zur Miniaturisierung lassen sich nicht ohne weiteres auf die Leistungselektronik übertragen, da hohe Spannungen, hohe Ströme und großen Mengen an Verlustwärme auftreten.

Eine grundsätzliche Möglichkeit zur Verkleinerung der erforderlichen Bauteile besteht in einer Erhöhung der Schaltfrequenz. Allerdings sind hierbei Grenzen gesetzt, da mit zunehmender Frequenz der Stromverdrängungseffekt sich bemerkbar macht und die Stromtragfähigkeit der elektrischen Leitungen, z.B. in der Wicklung des Transformators abnimmt.

Zur Verbesserung der Wärmeabfuhr sind in Schaltnetzgeräten entweder einzelne Bauelemente oder die gesamte Trägerplatte auf einen Kühlkörper montiert und es wird mit Hilfe eines Gebläses forciert gekühlt.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Schaltnetzteil mit einem Aufbau anzugeben, der ein vergleichsweise kleines Volumen und eine Erhöhung des Ausgangsstromes ermöglicht.

Diese Aufgabe wird durch ein Schaltnetzteil gemäß dem Anspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind in Unteransprüchen angegeben.

Die erfindungsgemäße Lösung geht von einer hybriden Bauweise aus, wie sie von Leistungshalbleitermodulen, z.B. aus der DE-OS 31 27 457 bekannt ist, bezieht jedoch auch den in Schaltnetzgeräten erforderlichen Transformator mit ein. Bei dem genannten Leistungshalbleitermodul wird ein keramisches Substrat verwendet, das relativ dicke, d.h. etwa 0,3 bis 0,5 mm dicke Leiterbahnen trägt, die nach einem z.B. aus der DE-OS 32 04 167 bekannten Verfahren zur direkten Verbindung von Kupfer mit Keramik aufgebracht sind. Während bei Leistungshalbleitermodulen ein guter Wärmestrom von einem Leistungshalbleiterbauelement durch ein als Modulboden verwendetes keramische Substrat zu einem Kühlkörper von Bedeutung ist, spielt bei der vorgeschlagenen Anordnung das Wärmeleitvermögen des Substrats keine Rolle. Die Wärme wird nämlich direkt von der jeweiligen Wärmequelle mit Hilfe einer Kühlflüssigkeit abgeführt. Im Hinblick auf die elektrische Isolierung, die mechanische Zuverlässigkeit und die Stromtragfähigkeit ist jedoch die Verwendung eines direkt gebondeten Substrats auch in der vorgeschlagenen Anwendung besonders vorteilhaft. Einen Vorteil bietet auch die Möglichkeit zur Automatisierung der Herstellung.

Nach einer vorteilhaften Ausgestaltung können mehrere Substrate übereinander mit nur wenigen Millimetern Abstand voneinander angeordnet werden. Dabei wird für alle Substrate ein gemeinsamer Transformator-

kern verwendet, wobei die Schenkel des Transformator-kerns entsprechend verlängert sind. Von Vorteil ist dabei, daß die Kernverluste des Transformators nur einmal auftreten und dadurch der Gesamtwirkungsgrad verbessert wird.

Mit einer solchen Anordnung von mehreren Substraten übereinander kann durch elektrische Parallelschaltung die Ausgangsleistung erhöht werden. Es sind jedoch auch andere Schaltungskombinationen realisierbar. Selbstverständlich sind auch auf den einzelnen Substraten andere Schaltungen als in dem Ausführungsbeispiel beschrieben, ausführbar.

Nach einer weiteren Ausgestaltung kann der an sich freie Teil auf der Oberfläche des Substrats mit einer Kupferfolie belegt werden, die den Zweck hat, eine Wölbung des Substrats infolge unterschiedlicher Ausdehnungskoeffizienten der verbunden Werkstoffe zu vermeiden.

Weiterhin können auf dem Substrat außer Leistungshalbleiterbauelementen auch Bauteile zu deren Ansteuerung angeordnet sein.

Eine ausführliche Beschreibung der Erfindung erfolgt anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels.

Es zeigen:

Fig. 1 Schaltungsanordnung eines Eintakt-Schaltgerätes,

Fig. 2 Oberseite eines keramischen Substrats,

Fig. 3 Unterseite eines keramischen Substrats,

Fig. 4 Anordnung von Substraten in einem Gehäuse.

Fig. 1 zeigt eine bekannte Schaltungsanordnung eines Eintakt-Schaltgerätes, das aus einer nicht dargestellten Gleichspannungsquelle über Eingänge *E 1* (Pluspol) und *E 2* (Minuspole) gespeist wird und über Ausgänge *A 1* (Pluspol) und *A 2* (Minuspole) einen umgeformten Gleichstrom abgibt. Der Pluspol *E 1* ist über einen ersten Halbleiterschalter *V 1* mit einer Primärwicklung *W 1* eines Transformators *T 1* verbunden. Der Transformator *T 1* weist einen Ferritkern *K 1* auf. Der zweite Anschluß der Primärwicklung *W 1* ist über einen zweiten Halbleiterschalter *V 2* mit dem Minuspole *E 2* verbunden. Außerdem sind primärseitig Freilaufdioden *D 1* und *D 2* zur Stromführung im gesperrten Zustand der Halbleiterschalter *V 1* und *V 2* angeordnet. Die Sekundärwicklung *W 2* des Transformators *T 1* ist über eine Gleichrichterdiode *D 3* mit dem Pluspol *A 1* des Ausgangs verbunden. Außerdem ist parallel zu den Ausgängen *A 1* und *A 2* eine sekundärseitige Freilaufdiode *D 4* angeordnet. Grundsätzlich würde zur Realisierung der Schaltung primärseitig ein einziger Leistungsschalter genügen. Die vorgesehene Anordnung von zwei Schaltern *V 1* und *V 2* halbiert jedoch die zu fordernde Spannungsfestigkeit der Schalter. Als Halbleiterschalter sind z.B. MOSFETs geeignet.

Die Halbleiterschalter *V 1* und *V 2* werden von einer nicht dargestellten Ansteuerschaltung gleichzeitig angesteuert, die mit einer Frequenz von etwa 50 bis 150 kHz schalten, so daß an den Ausgängen *A 1* und *A 2* ein entsprechend pulsierender Gleichstrom auftritt.

Eine erfindungsgemäße Anordnung zur Realisierung der in Fig. 1 gezeigten Schaltung ist in den Fig. 2 bis 4 dargestellt.

Fig. 2 zeigt die Oberseite eines Substrats *1* aus Aluminiumoxydkeramik. Das rechteckförmige Substrat *1* weist in einem mittleren Bereich eine als Kernloch *2* bezeichnete runde Öffnung sowie zwei Ausschnitte *3* zur Durchführung des runden Kernbutzens *16* und der äußeren Schenkel *17* eines Ferritkerns *15* auf. Das Sub-

strat 1 trägt eine strukturierte Metallisierung 4, die hergestellt ist aus einer direkt mit dem Substrat 1 verbundenen Kupferfolie, die anschließend durch ätztechnische Verfahren strukturiert wurde. Mit dieser strukturierten Metallisierung 4 sind mehrere Leiterbahnen 5 realisiert und eine flache spiralförmige Spule 6 um das Kernloch 2 herum, die der Primärspule W1 des Transformators T1 entspricht. Auf den Leiterbahnen 5 sind die Halbleiterschalter 23 (entspr. V1, V2) und die Freilaufdioden 24 (entspr. D1, D2) aufgelötet. Erforderliche Drahtverbindungen 7 sind durch Drahtbonden hergestellt. Auf diese Weise ist auch das am Kernloch 2 befindliche Ende der Spule 6 mit einer Leiterbahn 5 über eine Drahtverbindung 7 verbunden.

Fig. 3 zeigt die Unterseite des Substrats 1, die ebenfalls eine strukturierte Metallisierung 4 trägt. Mit einer ersten Fläche 8 ist eine Spule 9 realisiert, die nur eine Windung aufweist und der Sekundärspule W2 entspricht, wobei Spulenanfang 10 und Spulenende 11 weitergeführt sind als Anschlußfläche für Dioden 12, 13. Die Gleichrichterioden 12 entsprechen der Diode D3 in Fig. 1, wobei der relativ hohe Ausgangsstrom auf vier parallelgeschaltete Gleichrichterioden 12 aufgeteilt ist. Die Gleichrichterioden 12 sind zwischen der ersten Fläche 8 und einer zweiten Fläche 14 angeordnet, die zugleich dem Pluspol A1 am Schaltungsausgang entspricht. Die in Fig. 3 dargestellten vier parallelgeschalteten Freilaufdioden 13 entsprechen der Freilaufdiode D4 in Fig. 1. Die erste Fläche 8 ist am Spulenende 11 verlängert als Leiterbahn zum Minuspol A2 am Schaltungsausgang.

Für die in den Fig. 2 und 3 dargestellte Anordnung ist ein Flüssigkeitskühlung vorgesehen. Dazu wird das bestückte Substrat in ein Gehäuse 19 eingebaut, wie in Fig. 4 in einem Schnittbild gezeigt, wobei das Gehäuse 19 dicht ist gegenüber einer Kühlflüssigkeit 22. Als Kühlflüssigkeit 22 wird eine elektrisch isolierende und gegenüber den verwendeten Werkstoffen inerte Flüssigkeit mit hohem Wärmetransportvermögen verwendet. Das Gehäuse 19 weist die erforderlichen vom Gehäuse isolierten elektrischen Anschlüsse 20 sowie Durchführungen 21 für die Kühlflüssigkeit 22 auf. In Fig. 4 ist ein Ausführungsbeispiel mit zwei übereinander angeordneten Substraten 1 dargestellt.

Eine gemeinsame Betrachtung der Fig. 2 und 3 zeigt, daß am Substrat 1 — abgesehen von den sich gegenüberliegenden Spulen 6 und 9 des Transformators 18 — jeweils einem mit einer strukturierten Metallisierung versehenen Teil der Oberfläche ein freier Teil der Oberfläche auf der anderen Substratseite gegenüberliegt. Auf diese Weise kann hohen Anforderungen bezüglich Spannungsfestigkeit und Kriechstromfestigkeit entsprochen werden.

Die vorgeschlagene Realisierung des Schaltnetzgerätes in hybrider Bauweise in Verbindung mit der intensiven Flüssigkeitskühlung führt zu einer sehr kompakten Ausführung. Die Ausführung der Spulen des Transformators mit relativ dünnen und breiten Leiterbahnen, also mit Leitern, deren Oberfläche groß ist, vermindert die strombegrenzende Wirkung des Stromverdrängungseffekts bei den in Schaltnetzgeräten bevorzugten Frequenzen.

platte wirkenden elektrisch isolierenden Substrat angeordnet sind, wobei das Substrat Leiterbahnen zur elektrischen Verbindung der Bauteile trägt, dadurch gekennzeichnet, daß

a) das Substrat (1) zumindest ein Kernloch (2) aufweist zur Durchführung des Kernbutzens (16) eines Kerns (15) des Transformators (18),  
b) eine Primärwicklung (6) des Transformators (18) und eine Sekundärwicklung (9) des Transformators (18) jeweils als flache spiralförmige Spulen auf gegenüberliegenden Seiten des Substrats im Bereich des Kernlochs (2) ausgeführt sind und

c) die Anordnung in einem gegenüber einer Kühlflüssigkeit (22) abgedichteten Gehäuse (19) mit elektrischen Anschlüssen (20) sowie Durchführungen (21) für das Kühlmittel (22) untergebracht ist und vom Kühlmittel (22) umspült ist.

2. Schaltnetzteil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Substrat (1) eine keramische Platte ist, die eine strukturierte Metallisierung (4) aus Kupfer trägt, wobei die Verbindung von Kupfer und Keramik nach einem Direct-Bonding-Verfahren hergestellt ist.

3. Schaltnetzteil nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Sekundärwicklung (9) nur eine Windung aufweist.

4. Schaltnetzteil nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß in einem Gehäuse (19) mehrere Substrate (1) übereinander angeordnet sind, wobei ein gemeinsamer Transformator-kern (15) vorgesehen ist, über den alle Spulen (6, 9) magnetisch gekoppelt sind.

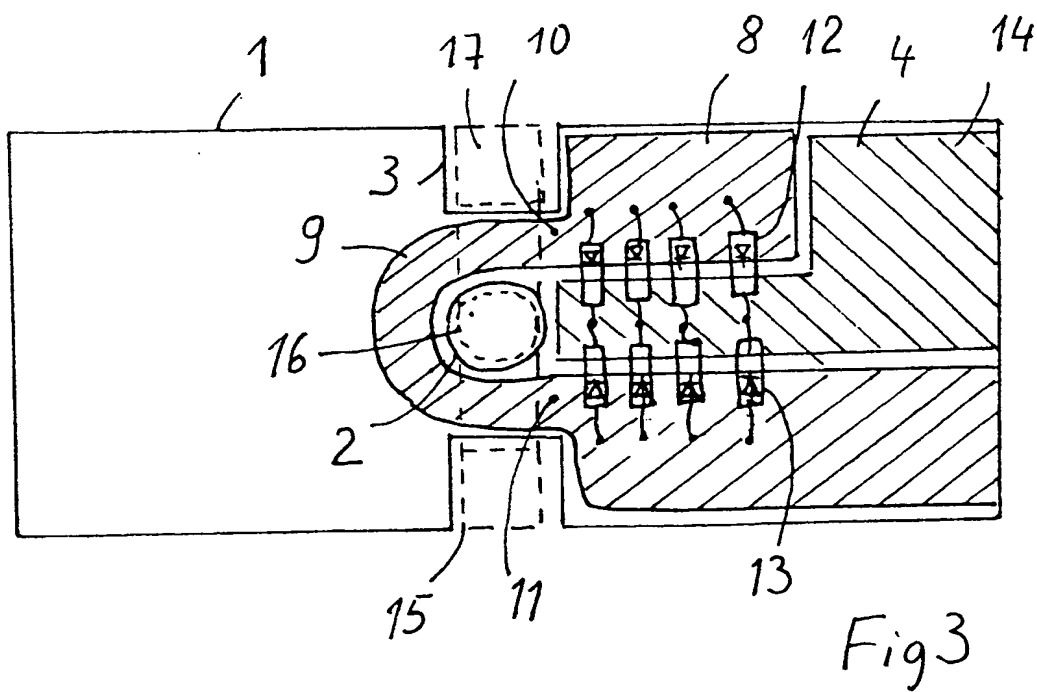
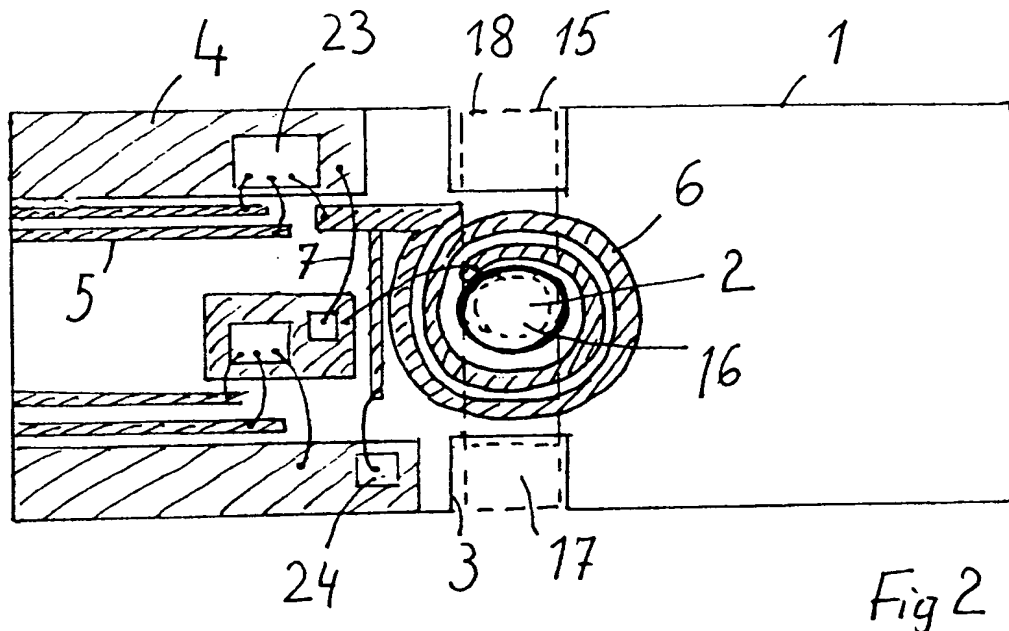
5. Schaltnetzteil nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die vom Transformator (18) aus gesehen primärseitigen Bauteile und Verbindungsleitungen gemeinsam mit der primärseitigen Spule (6) auf einer Oberseite des Substrats (1) angeordnet sind und die sekundärseitigen Bauteile auf einer Unterseite des Substrats (1).

6. Schaltnetzteil nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß zusätzliche Bauteile zur Ansteuerung der Halbleiterschalter auf dem Substrat (1) angeordnet sind.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

#### Patentansprüche

1. Schaltnetzteil, das zumindest Halbleiterschalter, Halbleiterdioden und einen Transformator als Bauteil aufweist, die auf zumindest einem als Träger-



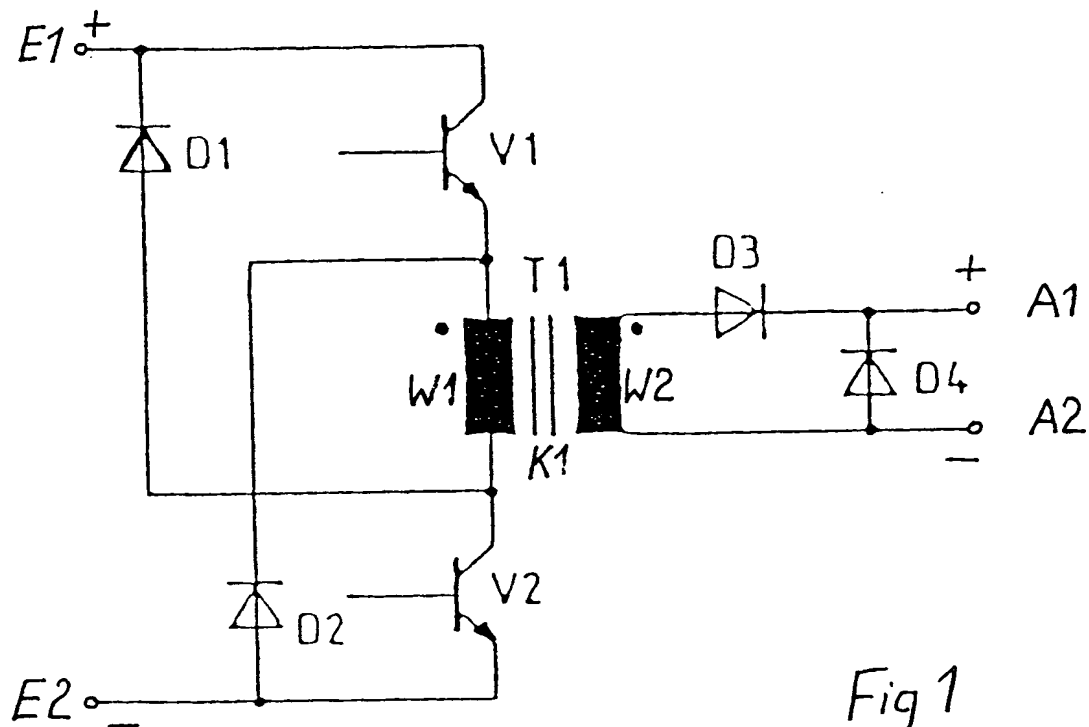


Fig 1

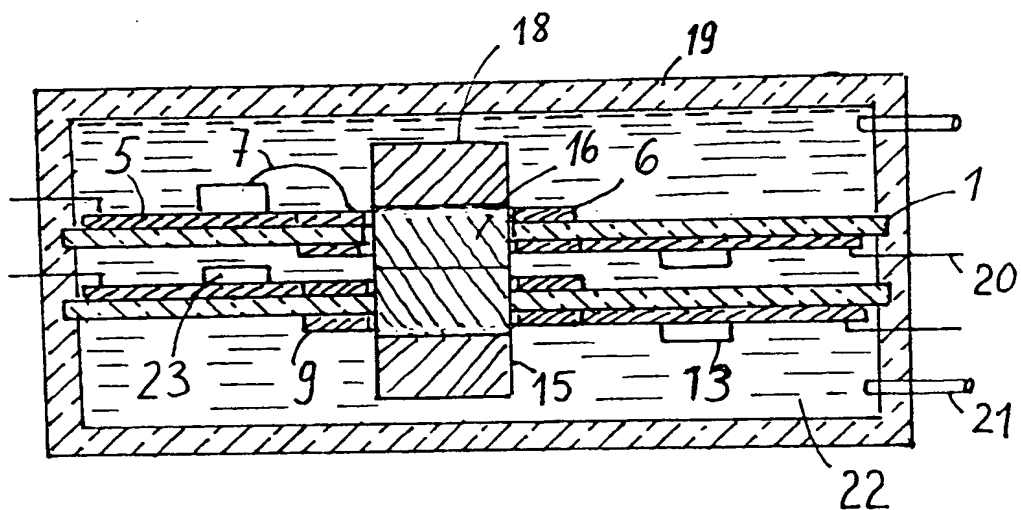


Fig 4

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**